

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-314441

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 C	3/12		G 1 0 C	3/12 A
	3/16			3/16 A
G 1 0 H	1/34		G 1 0 H	1/34

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平7-122880

(22) 出願日 平成7年(1995)5月22日

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 熊野 真二

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

(72) 発明者 佐藤 剛

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

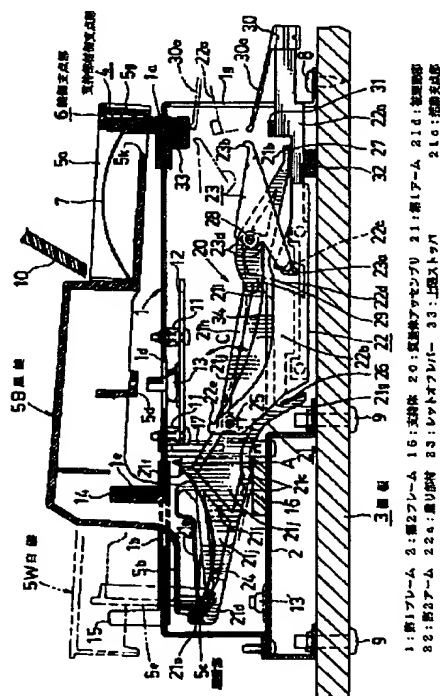
(74) 代理人 弁理士 大澤 敬

(54) 【発明の名称】 鍵盤装置

(57) 【要約】

【目的】 白鍵と黒鍵で同一タッチ感が得られるようにして、その鍵タッチ感を向上させ、且つローコスト化を計る。

【構成】 支持部材1に対して支点部6を中心に揺動自在に設けられた白鍵5Wと黒鍵5Bに対し、夫々その駆動部5a又は5cによって駆動されて揺動するアクション部材である質量体アッセンブリ20を、その揺動支点部21cに対し被駆動部21dと反対側に離れた位置に重心を有するように設け、黒鍵用質量体アッセンブリ20の被駆動部21dと揺動支点部21cとの距離を、白鍵用質量体アッセンブリ20のその距離より長くする。その質量体アッセンブリ20は、アクション部材本体を含む複数の部材のアッセンブル体として構成され、揺動支点部21cより重心側の各部材を白鍵用と黒鍵用で同一部材にする。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 支持部材と、この支持部材に対して支点部を中心に揺動自在に設けられた複数の白鍵と黒鍵とからなる鍵盤を有し、その各鍵の前記支点部から所定距離離れた位置に駆動部を形成し、その各駆動部で各鍵に対応して設けられたアクション部材を駆動する鍵盤装置において、前記各アクション部材は、その中間部を揺動支点とし、該揺動支点から一方へ一定距離離れた位置を前記駆動部によって押圧される被駆動部とし、前記揺動支点から他方へ離れた位置に重心を有すると共に、前記黒鍵用のアクション部材の前記被駆動部と揺動支点との距離を、前記白鍵用のアクション部材の前記被駆動部と揺動支点との距離より長くしたことを特徴とする鍵盤装置。

**【請求項2】** 請求項1記載の鍵盤装置において、前記各アクション部材を、アクション部材本体を含む複数の部材のアッセンブル体として構成し、前記アクション部材本体以外のアッセンブル体を前記揺動支点の他方側にまとめ、且つ該他方側のアッセンブル体が白鍵用と黒鍵用で同一部材であることを特徴とする鍵盤装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** この発明は、電子ピアノ等の電子鍵盤楽器あるいはピアノ等の鍵盤楽器の練習装置などに適した鍵盤装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 一般に、鍵盤楽器の鍵盤装置としては、実開昭56-99596号公報、実開平4-107296号公報（電子オルガン等）、実公平5-954号公報（電子ピアノ等）、実公平5-22956号公報（アコースティックピアノ）等に見られるようなものがある。

**【0003】** これらの鍵盤装置は、電子鍵盤楽器、アコースティックピアノ、オルガン等の種類を問わず、支持部材に対して支点部を中心に揺動自在に設けられた複数の白鍵と黒鍵とからなる鍵盤を有し、その各鍵にそれぞれ駆動部（アクチュエータ部）を有し、押鍵時にその駆動部によって、鍵スイッチ、ハンマもしくはワイペンアッセンブリ等のアクション部材、あるいは弁等の被駆動部材を駆動するようになっている。そのアクチュエータ部（駆動部）は、鍵の支点部から所定距離離れた位置に設けられている。

**【0004】** また、電子楽器でもピアノで発生される楽音に近似した楽音を発生できるようになり、鍵盤装置においてもピアノの鍵盤と同様なタッチ感が求められるようになってきた。前掲の実公平5-954号公報に記載されている電子楽器の鍵盤装置は、このような要求に応じて開発されたものであり、鍵盤フレームに揺動自在に支持された各鍵に対して、押鍵時及び復鍵時にその各鍵とそれぞれ連動して揺動する質量体（ハンマ）を、鍵又は

鍵盤フレームの質量体支点部に揺動自在に支持させて設け、その質量体の慣性効果によってピアノに似た鍵タッチ感が得られるようにしたものである。

**【0005】** そして、このような従来の鍵盤装置では、その質量体であるハンマの揺動支点から先端部に質量を集中させ、その質量（大きさ）を白鍵用と黒鍵用とで異ならせている。その理由は、押鍵する際に指が鍵に当接する位置の鍵支点からの距離が白鍵と黒鍵では異なるため、その槌子比の相違を考慮して、指が受ける反力すなわちタッチ感が白鍵でも黒鍵でも同じになるようにするためである。そのため、黒鍵用のハンマの質量を白鍵用のハンマの質量より小さくし、さらに鍵とハンマとの当接部の位置も白鍵と黒鍵とで異ならせている。

**【0006】**

**【発明が解決しようとする課題】** このように、従来のハンマ等の質量体を有する鍵盤装置においては、白鍵用と黒鍵用の質量体を全く別部品として製造していた。そのため、例えばこの質量体としてハンマを成形する際の金型も、白鍵用ハンマを成形する金型と黒鍵用ハンマを成形する金型とは別々に用意しなければならず、その型製作コスト及び管理コストが増加し、ひいては鍵盤装置も高価になってしまうという問題があった。一般には、アンダーカットを回避するため及び型の加工を容易にするために、ひとつの成形品を成形するのに4～8個に分割した分割金型を使用することが多いが、その場合にはその個々の部分金型をそれぞれ2種類ずつ用意することになり、非常に不経済であった。

**【0007】** また、グランドピアノの鍵盤装置におけるタッチ感については、後述するこの発明の実施例の作用説明に際して、それと対比するために詳述するが、次のような機能的な特徴を有している。すなわち、①静的タッチ感が押鍵ストロークに対してあまり変化せず、②弱タッチ時の脱進感（静的レットオフ感）があり、③動的タッチ感（質量感）があって、強打時の質量解放感（動的レットオフ感）があり、④白黒鍵同一タッチ感である。

**【0008】** ここで、①及び④の機能については、上述した従来の鍵に連動する質量体を設けた鍵盤装置でも実現可能であるが、②及び③の機能はグラントゼピアノの複雑なアクション機構によるレットオフ機能やバックチェック機能及びレペティション機能等によるものであり、単純なハンマのような質量体を設けただけでは到底実現できない。

**【0009】** そこで、その質量体を含む複数の部材によってアクション部材を構成して、それを鍵に連動させることによって、上記②及び③の機能に似た機能を持たせることが考えられるが、その場合も白鍵と黒鍵で同一のタッチ感が得られるようにするため、その各構成部材の大きさ及び重さを白鍵用と黒鍵用とで異ならせる必要があり、部品点数及びそれを成形するための金型の種類が

益々増加して、大幅なコスト上昇を招くことになる。

【0010】この発明は、このような従来のアクション部材を有する鍵盤装置における種々の問題を解決するためになされたものであり、白鍵と黒鍵で同一タッチ感を実現し、且つローコスト化を計ることを目的とする。さらに、クランドピアノと同様な高級タッチ感が得られるようにし、しかも部品点数及び成形用金型が少なく済むようにして、ローコスト化を計ることも目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明は、支持部材と、この支持部材に対して支点部を中心に揺動自在に設けられた複数の白鍵と黒鍵とからなる鍵盤を有し、その各鍵の支点部から所定距離離れた位置に駆動部を形成し、その各駆動部で各鍵に対応して設けられたアクション部材を駆動する鍵盤装置において、上記の目的を達成するため、上記各アクション部材を次のように構成したものである。

【0012】各アクション部材は、その中間部を揺動支点とし、その揺動支点から一方へ一定距離離れた位置を上記駆動部によって押圧される被駆動部とし、該揺動支点から他方へ離れた位置に重心を有すると共に、黒鍵用のアクション部材の被駆動部と揺動支点との距離を、白鍵用のアクション部材の被駆動部と揺動支点との距離より長くしたことを特徴とする。

【0013】さらに、上記各アクション部材を、アクション部材本体を含む複数の部材のアッセンブル体として構成し、アクション部材本体以外のアッセンブル体を上記揺動支点の他方側にまとめ、且つその他方側のアッセンブル体が白鍵用と黒鍵用で同一部材でなるようにするとよい。

【0014】

【作用】この発明による鍵盤装置は、押鍵によりその支点部から離れた駆動部で、アクション部材の揺動支点から一方へ一定距離離れた位置の被駆動部を押圧し、それによって該揺動支点から他方へ離れた位置に重心を有するアクション部材が揺動するので、そのアクション部材の慣性効果が有効に作用して、ピアノの押鍵時に似た静的及び動的タッチ感を得ることができる。

【0015】また、演奏者の指が鍵に当接する位置が黒鍵では白鍵より鍵支点に近くなるため、槌子比が小さくなるが、黒鍵用のアクション部材の被駆動部と揺動支点との距離が、白鍵用のアクション部材の被駆動部と揺動支点との距離より長いので、押鍵によりアクション部材を揺動させる槌子比は、黒鍵の方が白鍵より大きくなるので、指が受ける反力すなわちタッチ感を白鍵でも黒鍵でも同じにすることができる。そして、各アクション部材の揺動支点に対して被駆動部と反対側の重心を有する部分は、白鍵用も黒鍵用も同じにすることができるので、このアクション部材の成形に分割金型を使用する場合にその大部分を共用でき、ローコスト化を計ることができる。

る。

【0016】例えば図22に示すように、白鍵WKと黒鍵BKとそれぞれの押鍵によって回転する質量体を含むアクション部材Gw、Gbとを備えた鍵盤装置を、この発明によって構成した場合、演奏者の指による白鍵WKの押鍵位置Pwと黒鍵BKの押鍵位置Pbの鍵支点Oからの距離は、W1、B1 ( $W1 > B1$ ) のように異なるが、アクション部材Gw、Gbを押す位置Pは白鍵の先端部に近いほぼ同じ位置にすることができる。

【0017】そして、白鍵と黒鍵のタッチ感触を全く同じにするために、アクション部材Gw、Gbの揺動支点Qの位置を図示のように若干ずらしてあり、このアクション部材Gw、Gbの揺動支点Qから鍵の先端部側へ延びる部分をA部とし、鍵の後端部側へ延びる部分をB部とすると、白鍵用のアクション部材GwのA部の長さaよりも、黒鍵用のアクション部材GbのA部の長さa'の方を若干長くする。すなわち、 $W1/B1 = a'/a$  の関係になるように  $a' = a(W1/B1)$  にすれば、白鍵と黒鍵との押鍵位置の相違による槌子比の違いを鍵とアクション部材とで相殺して、指に対して同じ反力すなわちタッチ感触が得られる。

【0018】この場合、白鍵用と黒鍵用のアクション部材Gw、Gbの材質及びB部の長さbとb'は同じ ( $b = b'$ ) にすることができる。したがって、黒鍵用と白鍵用のアクション部材Gw、Gbを同じ材料でほぼ同一形状に形成することができ、少なくともB部は白黒鍵共通にすることができるため、アクション部材を成形するための分割金型の個数を減らしてローコスト化を計ることができる。

【0019】さらに、上記各アクション部材を、アクション部材本体を含む複数の部材のアッセンブル体として構成すれば、グランドピアノのアクション機構におけるウイペンアッセンブリのようなレットオフ機能等を持たせることもでき、それによって、グランドピアノの鍵盤と同様に静的レットオフ感及び動的レットオフ感のある高級タッチ感を達成することができる。

【0020】その場合、アクション部材本体以外のアッセンブル体を上記揺動支点の他方側（重心のある側）にまとめ、その他方側のアッセンブル体をすべて白鍵用と黒鍵用で同一部材にすることにより、複雑なアクション機構を構成する場合でも部品点数の増加を最小限に抑え、それらを成形する金型も、アクション部材本体の揺動支点から被駆動部側を成形する金型を除いて、全て白鍵用と黒鍵用のアクション部材の各構成部材の成形用に共通の金型を使用することができ、ローコスト化を計ることができる。

【0021】

【実施例】以下、この発明の実施例を図面に基づいて具体的に説明する。

【第1実施例】図1はこの発明の第1実施例を示す鍵盤

装置の非押鍵状態における黒鍵の長手方向に沿う断面図、図2は同じくその最大ストローク押鍵状態における白鍵の長手方向に沿う断面図、図3はこの鍵盤装置の鍵を一部取外して示す部分的な平面図である。

【0022】まず、主として図1を参照して説明する。1は支持部材である第1フレーム、2も支持部材である第2フレームであり、両者はねじ止めによって固着され、楽器筐体の鍵盤装置支持台である棚板3上に、木ねじ8及びボルト9によって取り付け固定される。第1フレーム1と第2フレーム2の間には、鍵の配列方向に間隔を置いて補強部材としてのスペーサ柱17が介挿されている。

【0023】この第1フレーム1及び第2フレーム2は鉄板等の金属板の板金加工により形成されている。そして、第1フレーム1の平面部の後部に各鍵に対応して形成した切り起こし片1aに、それぞれ各鍵を支持する支持部材側支点部4を樹脂によってアウトサート成形しており、そこに樹脂によって成形された白鍵5W（図1では仮想線で示す）及び黒鍵5Bの鍵側支点部6を嵌入させて、各白鍵5W及び黒鍵5Bを揺動自在に支持している。以下、白鍵5Wと黒鍵5Bに共通な説明のために両者を総称する場合は「鍵5」という。

【0024】各鍵5と支持部材側支点部4との間に板バネ7を弓型に湾曲させて係着しており、その弾性復元力によって、鍵側支点部6と支持部材側支点部4とを常時接触状態に保持する付勢手段として作用させる。10は操作パネルを含む本体カバーであり、この本体カバー10に隠れる各鍵5の後部には、板バネ7を着脱するための開口5aと鍵着脱を可能にする開孔5kを設けている。

【0025】この支持部材側支点部4と鍵側支点部6は、第1フレーム1に対して鍵5の押離鍵方向（上下方向）及び鍵幅方向（図3で左右方向）への揺動を許容し、ローリング（鍵5の長手方向に沿う軸線を中心としての回転）を阻止する構造になっているが、その詳細については後述する。

【0026】黒鍵5Bの自由端部は、隣接する白鍵5Wの操作部の下側を通してその白鍵5Wの自由端部方向に延設し、その延設部5bは第1フレーム1に形成された透孔1bから第1フレーム1の下側に入り込み、その自由端部に後述するアクション部材の被駆動部を駆動する駆動部5cを形成している。黒鍵5Bの中間部の下面には鍵スイッチ駆動用のアクチュエータ5dが設けられている。

【0027】白鍵5Wの自由端部付近にも、図2に明示されるように下方に延びる駆動部5eが形成され、第1フレーム1に形成された透孔1cを通して第1フレーム1の下側に入り、対応するアクション部材の被駆動部を駆動するようになっている。この白鍵5Wの中間部にも、黒鍵5Bのアクチュエータ5dと並ぶ位置に鍵ス

witch駆動用のアクチュエータ5dが設けられている。5gは鍵5の後端面であり、これを設けることにより鍵側支点部6の強度が増すと共に、後述する第2実施例のようなシーソ型鍵への変更が容易になる。

【0028】第1フレーム1上の各鍵5のアクチュエータ5dに対応する位置には、鍵スイッチ用の透孔1dが形成され、その前後にスイッチ基板保持用の貫通孔を有するスペーサ11、11が樹脂によりアウトサート成形されて設けられている。そして、スイッチ基板12をそのスペーサ11、11を介して第1フレーム1の裏面側に所定の間隔を置いて並行に配置し、ねじ止めによって取り付け保持させる。

【0029】そのスイッチ基板12の上面には、各鍵5のアクチュエータ5dにそれぞれ対向して腕状の弾性部材を備えた鍵スイッチ13が列設されており、押鍵により図2に示すように、その腕状の弾性部材がアクチュエータ5dによって所定ストローク押圧されると内部の接点が開閉し、押鍵信号を発生するようになっている。このような腕状の弾性部材を備えた鍵スイッチは、前掲の実開昭56-99596号公報や実開平4-107296号公報等に見られるように公知のものであるから詳細な説明は省略する。

【0030】第1フレーム1の透孔1dより手前側の黒鍵装着位置に形成した切り起こし片1eに、樹脂をアウトサート成形して黒鍵ガイド14を設け、それを各黒鍵5Bに嵌入させてその鍵配列方向の位置を規制している。また、第1フレーム1の切り起こし片1eよりさらに手前側の白鍵装着位置に形成した切り起こし片1f（図2）に、樹脂をアウトサート成形して白鍵ガイド15を設け、それを各白鍵5Wに嵌入させてその鍵配列方向の位置を規制している。

【0031】その白鍵ガイド15の上端部は図4に示すように、鍵幅方向に球面状に膨出する膨出部15a、15aを有し、白鍵5Wの対向する内壁面S1、S2に点又はそれに近い小面積で当接するようになっている。黒鍵ガイド14もこの白鍵ガイド15と同様に膨出部を有し、黒鍵5Bの対向する内壁面に点又はそれに近い小面積で当接する。これによって、鍵5と鍵ガイド部材である黒鍵ガイド14及び白鍵ガイド15との摩擦が少なくなるので、よりスムーズな鍵操作が可能になる。

【0032】図1及び図2に示す20は、この鍵盤装置のアクション部材である質量体アッセンブリであり、アクション部材本体である第1アーム21と、質量体である第2アーム22と、ピアノのジャックに相当するワイペン機能部材であるレットオフレバー23等を集成したアッセンブル体である。第1アーム21とレットオフレバー23は樹脂によって成形され、第2アーム22は重り部材22aとその一部にアウトサート成形した樹脂部22bとからなる。

【0033】第1アーム21は、鍵5の前端部（自由端

部) 付近に対応する前端部 21a から鍵の後端部(支点部) 付近に対応する後端部 21b まで、鍵 5 の長手方向に沿って延びており、その前端部 21a から全長のほぼ 1/3 弱程度の位置が最も幅(図 1, 2 で上下方向)が広く、その下部に部分円柱状の揺動支点部 21c を設けており、それを第 2 フレーム 2 上に固設した支持体 16 上に載置し、両者の接触部を支点として図 1 において矢印 C で示す方向に揺動可能に支持されるとともに、揺動支点部 21c は回転に際して支持体 16 上を鍵長手方向にも若干移動できるように構成されている。

【0034】この第 1 アーム 21 の揺動支点部 21c より前端部側は、細長い三角形形状に形成されており、その前端部 21a 付近に黒鍵 5B の駆動部 5c あるいは白鍵 5W の駆動部 5e と係合する被駆動部 21d を設けると共に、上辺に沿って片持ちの弾性片 21e を一体に設け、その弾性片 21e の先端部と基部付近に形成したバネ係止部 21f との間に第 1 リーフスプリング 24 を湾曲させて係着し、被駆動部 21d に駆動部 5c 又は 5e を係合させて、弾性片 21e と第 1 リーフスプリング 24 の付勢力によって常時その係合状態を維持させている。

【0035】第 1 リーフスプリング 24 は、図 5 にその平面図を示すように細長いフレーム状に形成され、前端に弾性片 21e の先端部との係合部 24a を、後端にバネ係止部 21f との係合部 24b をそれぞれ有し、その間に第 1 アーム 21 の両側に振り分けられる 2 本の側片部 24c, 24d を平行に形成した中抜き構成をしている。

【0036】第 1 アーム 21 の揺動支点部 21c より後端部側は先細り形状で細長く延び、揺動支点部 21c に比較的近い位置に軸 25 によって第 2 アーム 22 の前端部を相対回転可能に軸支しており、第 2 アーム 22 の前端部は第 1 アーム 21 の中間部を厚さ方向の中間に割り込ませて、両側からそれを挟むように嵌合している。この第 1 アーム 21 の軸 25 よりやや後方の下部に、第 2 アーム係止片 21g を後方へ少し傾斜させて突設し、その係止面にアクション部材単体状態での第 1 アーム 21 と第 2 アーム 22 の過変形防止部を形成し、これは組み込み時のバウンド防止用部にすることもできるもので、フェルト等のパット 26 を貼着している。

【0037】さらに、この第 1 アーム 21 の後端部寄りの位置に、軸 28 によってレットオフレバー 23 を相対回転可能に軸支している。レットオフレバー 23 は、三角形に近い形状をなし、図 6 の平面図でも示すように、一端に第 2 アーム当接部 23a を、他端にストッパ当接部 23b を有し、これらの部分を除いて厚さ方向に中空であり、その中空部 23c に第 1 アーム 21 の後部を貫通させている。この第 1 アーム 21 とレットオフレバー 23 とがウイペン機能部材として作用する。

【0038】第 1 アーム 21 は、外周に沿った縁部 21

h と長手方向に間隔を置いて形成した複数本のリブ状部 21i が肉厚であり、それらによって仕切られた平面部 21j は肉薄に形成されており、十分な強度を確保しながら成形時のひけを防止すると共に、なるべく軽量にして、質量体アッセンブリ 20 全体の重心ができるだけ後端部寄りになるようにしている。

【0039】第 2 アーム 22 は、鉄材等の質量が大きい金属材料による重り部材 22a を露出させた部分と、その鉄材の前半部に樹脂でアウトサート成形した樹脂部 22b とからなり、その中間部に上側を開放した凹溝を設け、その内周に幾分柔軟性のある樹脂等の緩衝材 29 を貼着し、押鍵初期にレットオフレバー 23 の第 2 アーム当接部 23a と当接する第 1 当接面 22c と、図 2 に示す押鍵終期にその第 2 アーム当接部 23a の外面が当接する第 2 当接面 22d を形成し、バックチェック機構を構成する。バックチェック機能を果たすのは、主にレットオフレバー 23 の第 2 アーム当接部 23a と第 2 アーム 22 の第 2 当接面 22d との当接による。

【0040】この第 2 アーム 22 の重り部材 22a の露出部は、わずかにクランク状をなし、第 1 フレーム 1 の後端垂直部に形成された透孔 1g を通して後方に突出しており、その後端部に弾性片持ち片 30a を一体とするキャップ 30 を樹脂によってアウトサートして成形し、嵌着している。また、重り部材 22a の上面の弾性片持ち片 30a の自由端部に対応する位置にフェルト等によるパット 31 を貼着し、押鍵時の弾性片持ち片 30a の保護をしている。

【0041】棚板 3 の上面には、図 1 に示す非押鍵時に第 2 アーム 22 の重り部材 22a の下面が当接する下限ストッパ 32 を配設している。この下限ストッパ 32 はフェルト、ゴム等からなる。一方、第 1 フレーム 1 にアウトサート成形した支持部材側支点部 4 の第 1 フレーム 1 内に露出している下面に、フェルト、ゴム等からなる上限ストッパ 33 を貼着して、図 2 に示すように押鍵終期にレットオフレバー 23 のストッパ当接部 23b 及び弾性片持ち片 30a の自由端部を当接させるようにしている。

【0042】第 2 アーム 22 の前端上部にバネ係止部 22e が形成され、レットオフレバー 23 の軸 28 の下部と上部とにバネ係止部 23d が形成されており、その間に第 2 リーフスプリング 34 を湾曲させて係着している。

【0043】この第 2 リーフスプリング 34 は、図 7 に平面図を示すように、前端に第 2 アーム 22 のバネ係止部 22e との係合部 34a を有し、そこから平行に延びる 2 本のバネ片 34b, 34c からなり、一方のバネ片 34b の後端をレットオフレバー 23 の一方の側(図 1, 図 2 で見える側)の軸 28 の下側のバネ係止部 23d に係合させ、他方のバネ片 34c の後端をレットオフレバー 23 の他方の側(図 1, 図 2 で見えない側)の軸

28の上側のバネ係止部23dに係合させる。

【0044】この第2リーフスプリング34によって、2本のバネ片34b、34cの差分回転トルクを発生させ、レットオフレバー23に軸28を中心とする左旋方向の復帰力を付与している。この質量体アッセンブリ20全体の重心は、第2アーム22の重り部材22aの重心に近く、揺動支点部21cから被駆動部21dと反対側に大きく離れた位置にあり、質量体アッセンブリ20全体を軽く形成したとしても押鍵時に大きな慣性モーメントが生じ、ピアノのハンマと同様な作用を果たす。

【0045】また、白鍵5Wと黒鍵5Bの駆動部5c、5eをそれぞれ鍵の揺動支点部からの距離がほぼ同じになる位置に設けることができ、それはいずれも白鍵5Wの先端部（自由端部）付近になるので、支点部からの距離が長くなり、駆動部と被駆動部との当接部で発生するストローク誤差が演奏者の指が鍵に触れる位置（操作部）においても増幅される要素がないので、被駆動部材である質量体アッセンブリ20の駆動部に対するストローク精度が向上する。

【0046】この実施例では被駆動部材が質量体を含むアクション部材であるから、鍵及びアクション部材のストローク精度の向上とタッチ感精度の向上を計ることができ、そのアクション部材の白鍵用と黒鍵用をほぼ同一に形成することができる。また、図1に仮想線で示すように、駆動部5c、5eに対向する位置の第2フレーム2上に鍵スイッチ13'を設け、押鍵時に第1アーム21を介してその鍵スイッチ13'を駆動するようにすれば、押鍵ストロークに対する鍵スイッチのON位置、すなわち発音位置の精度を向上させることもできる。

【0047】なお、第1アーム21の揺動支点部21cと被駆動部21dの位置は、図1に実線で示す黒鍵用の場合と仮想線で示す白鍵用の場合とで若干異ならせており、それによって被駆動部と揺動支点との距離が、黒鍵用の方が白鍵用のものより幾分長くなるようにして、白鍵と黒鍵のタッチ感（反力）が同じになるようにしている。

【0048】しかしながら、第1アーム21の図1に示す一点鎖線A-Aより左側の部分の形状が黒鍵用と白鍵用とで若干変わるだけで、質量体アッセンブリ20全体としてはほぼ同一形状であり、第1アーム21の一点鎖線A-Aより右側の部分、及びそこに装着されている第2アーム22、レットオフレバー23、キャップ30、第2リーフスプリング34等はすべて、黒鍵用も白鍵用も同じ形状及び材質の同一部材でよい。

【0049】したがって、作用の項において述べたように、質量体アッセンブリ20を構成する殆どの部品を白鍵用と黒鍵用で共通化でき、第2アーム22及びレットオフレバー23をそれぞれ成形するための分割金型は1組ずつあればよい。第1アーム21だけは白鍵用と黒鍵用で別の金型で成形する必要があるが、一点鎖線A-A

の左側部分と右側部分で分割した金型を使用するようにすれば、右側部分の金型は共用できるので、左側部分の金型だけを別々に用意して、共用金型と組み合わせて使用すればよいことになり、大幅なコスト低減を計ることができる。この経済的効果は大きい。この点については、後述する第3実施例の説明において詳述する。また、押鍵時におけるこの質量体アッセンブリ20の作用及び効果等については追って詳述する。

【0050】ここで、前述した支持部材側支点部4及び鍵側支点部6の詳細について説明する。図8は図3において一点鎖線Lで囲んだ支持部材側支点部4付近の拡大平面図であり、図9はそのX-X線に沿う断面図、図10は図8の矢示M方向から見た背面図である。また、図11は支持部材側支点部4を斜め前方から見た斜視図である。

【0051】これらの図によって、まず支持部材側支点部4について説明する。第1フレーム1に形成された透孔1fにアウトサート成形による樹脂が回り込んで基部4aが形成され、それと一体に図1、図2に示した切り起こし片1aにアウトサート成形された突状体4bが、各鍵5に対して立設されている。図8において基部4aの両側には第1フレーム1の露出面1iが見える。

【0052】突状体4bの一方の側面には垂直方向に軸線をもつ円柱面4cが形成され、他方の側面は、その前半部は鍵5の長手方向に沿う平面4dで、後半部は後方に向って突状体4bを細くするように傾斜した斜面4eに形成され、その斜面4eの上下方向の中央よりやや上部に球面状の膨出部（曲面对応部）4fが形成されている。ここで、円柱面4cは外周が完全な円弧状をなす必要はなく、変形した柱状面であってもよい。

【0053】一方、図12は鍵を裏返してその鍵側支点部6付近を斜め前方から見た要部拡大斜視図である。この図に示すように、鍵5（白鍵も黒鍵も同じ）の後端面5gに近い後部の鍵幅方向に対向する2つの内壁面S1、S2に、鍵後方に向かって間隔が狭まる楔状壁面6a、6b（楔状壁面6aは内壁面S1と平行）を形成した楔状壁面形成部6cを設け、その楔状壁面形成部6cの一方の壁面6aを平面とし、他方の壁面6bに鍵高さ方向の中間部に同方向に湾曲した凹曲面6dを鍵長手方向に沿って形成して、鍵側支点部6を構成している。

【0054】図13はこの鍵5を図11に示した突状体4bに支持させた状態の図15のC-C線に沿う断面図である。図14は図8及び図13におけるA-A線に沿う断面図、図15はB-B線に沿う断面図である。これらの図によって、この実施例による鍵5の支持状態について説明する。

【0055】鍵側支点部6の楔状壁面6a、6b間に支持部材側支点部4の突状体4bを嵌入させるようにして、各鍵5を第1フレーム1に装着し、図1に示した板バネ7に係着すると、楔状壁面6a、6bが突状体4b

の円柱面4cと膨出部4fに押し付けられる。それによって、図14及び図15に示すように、鍵側支点部6の平面状の壁面6aと突状体4bの円柱面4cとがその嵌入方向である鍵高さ方向に沿ってほぼ直線状に当接（線接触）し、他方の楔状壁面6bに形成された凹曲面6dと突状体4bの球面状膨出部4fとは点又はそれに近い小面積で当接（点接触）する。

【0056】図14によると、膨出部4fの球面に沿って微小線接触している。膨出部4fの曲率半径より凹曲面6dのそれをわずかに大とすることにより点接触となり、ほぼ同一にすることにより微小線接触もしくは小面積接触となる。また、凹曲面6dの中央谷線も水平面と平行にかつ湾曲していることにより、上記微小線は小面積を有することになる。鍵のローリングのみを禁止した鍵盤装置であって、なおかつ長期的に安定した支点構造にするには、上記接触に小面積を有するのが望ましい。また、楔状壁面6b側と突状体4b側とが当接する曲面の凹凸関係がこの実施例と逆であってもよい。

【0057】鍵側の支点部6と鍵支持部材であるフレーム側の支点部4とをこのように構成したことにより、鍵5は、この鍵側支点部6の凹曲面6dと突状体4bの球面状膨出部4fとの接触点を支点として、上下方向（押鍵方向）及び左右方向（鍵幅方向）に揺動可能であり、鍵側支点部6の平面状の壁面6aと突状体4bの円柱面4cとが鍵高さ方向に線接触しているため、鍵5の長手方向を軸線とする回動すなわちローリングは阻止される。また、鍵側支点部6の凹曲面6dと突状体4bの球面状膨出部4fとの凹凸面の係合により鍵の支点部が所定の高さ位置に保持される。

【0058】これによって、鍵支点部と鍵ガイド部との鍵並び方向の配設寸法誤差、あるいは鍵成形時のそりによる寸法誤差等を吸収することができ、鍵長が長い場合でもその誤差を吸収して全ストロークに亘って無理のないスムーズな鍵駆動が可能になる。また、鍵のローリングが阻止されるので、質量体等でガイドされるようにすると、鍵の上下方向への案内部材は鍵側でも不要にすることもできる。この実施例の場合は、鍵ガイドは鍵の配列方向の位置を規制するだけのために、図4で説明したように鍵の内壁面と点接触するガイド15を設けている。そのため、摩擦部が少なくなり、鍵の動きが円滑になり、上記寸法誤差があったとしても雑音を発生しなくなる。

【0059】また、鍵側支点部6は楔状壁面を形成しており、それが板バネ7の付勢力によって常時支持部材側支点部4の突状体4bに押し付けられているので、楔効果によってガタが生じることがなく、雑音を発生することがないとともに、自動調芯される効果もある。

【0060】なお、鍵盤を構成する各鍵が左右方向に揺動できることを利用して、演奏中に鍵を左右方向へ微妙に動かすことによって、ビブラートやトレモロ、パン、

リバープ等の変調効果を付与し得るようにすることもできる。その場合には、各鍵ガイドの鍵の両側内壁面に当接する部位に、横揺れセンサとして、感圧フィルムあるいは感圧ゴム等の感圧センサを貼着すればよい。

【0061】また、この支点部の構造によれば、鍵は直交する2方向に揺動可能になるから、上記実施例における左右方向を押鍵方向にして、上下方向を鍵幅方向にするように、鍵を横向きにして（鍵の形状は変わるが）、支持部材側支点部の突状体をL字状に折り曲げて、鍵側支点部に対して水平方向に嵌入させるようにすることも可能である。この場合の鍵側支点部の楔状壁面は、鍵高さ方向に対向する2つの内壁面に形成されることになる。

【0062】次に、図1及び図2で説明したアクション部材である質量体アッセンブリ20の作用及び効果について詳述する。図16の（イ）～（ホ）は、上述した第1実施例による非押鍵状態から最大ストローク押鍵状態までの質量体アッセンブリ20の主としてウイベン機能部分の動作を段階的に示す説明図である。この図において、レットオフレバー23は縦断面で示している。

【0063】（イ）に示す非押鍵状態では、質量体アッセンブリ20は第2アーム22側が自重によって下降して図1に示した位置に復帰しており、第2アーム22は下限ストッパ32に当接し、第1アーム21の後端部21bのパット27が第2アーム22の重り部材22a上に当接している。レットオフレバー23は第2リーフスプリング34の付勢力によって左旋復帰し、第2アーム当接部23aが第2アーム22の第1当接面22cの下側に入り込んでいるが、両者は当接しておらず若干の隙間を形成している。

【0064】鍵5が押し下げられると、図1に示した駆動部5c又は5eによって第1アーム21の前端部の被駆動部21dが押し下げられ、第1アーム21が揺動支点部21cと支持体16との当接部を支点として図で左旋揺動を開始する。押鍵動作がある程度スピードを有している（ピアノシモ以上）と、その初期に図16の（ロ）に示すように、第2アーム22は静止したままで、第1アーム21がレットオフレバー23を伴って僅かに左旋し、レットオフレバー23の第2アーム当接部23aが第2アーム22の第1当接面22cに当接する。ピアノシモ以下の弱いタッチで押鍵したとすると、上記隙間を有したまま第2アーム22は下限ストッパ32から離れる。

【0065】続いて、ピアノシモ以上の場合、第1アーム21と第2アーム22がレットオフレバー23を介して連結され、質量体アッセンブリ20全体が左旋して、図16の（ハ）示すように揺動し、弾性片持ち片30aの先端が上限ストッパ33に当接する。その後、弾性片持ち片30aを若干撓ませながらさらに左旋し、（ニ）に示すようにレットオフレバー23のストッパ当接部2



3bが上限ストッパ33に当接する。

【0066】そして、さらに質量体アッセンブリ20が左旋することにより、レットオフレバー23が軸28を中心に右旋され、それによって図16の(ホ)に示すように、第2アーム当接部23aが第2アーム22の第1当接面22cから離脱し、第2アーム22の拘束を解く。タッチがピアノシモ以下の場合、(イ)の状態を維持しつつ、(ロ)、(ハ)の状態へ移行するが、弾性片持ち片30aと上限ストッパ33とが当接した後、第2アーム当接部23aの上部隙間がなくなるよう、上限ストッパ33で第2アーム22を押し下げる。その後の動きは前記強タッチの場合と同じである。

【0067】その後、第2アーム22は重り部材22a等の自重及び弾性片持ち片30aの復元力によって右旋復帰しようとする力と、左旋方向の慣性モーメントとが微妙につり合いながら全体として左旋され、レットオフレバー23の第2アーム当接部23aはすぐに第2アーム22の第2当接面22dに当接し、第2アーム22をホールドするバックチェック機能が作用し、また第2リーフスプリング34によって第2アーム22に左旋方向の付勢力も与えられているので、第2アーム22が急激に右旋するようなことはない。基本的な作用としては、弱タッチであればある程、第2アーム22等の左旋方向の弾性モーメントが小さくなることを考慮すればよい。

【0068】また、第1アーム21に対して第2アーム22が必要以上に右旋したとしても、図1及び図2に示した第2アーム係止片21gに当接してそこで係止される。そして、第2アーム22の第2当接面22dは緩衝材29によって形成されており、第1アーム21の第2アーム係止片21gの係止面にもパット26が貼着されているので、第2アーム22が衝撃により振動を起こすようなことはない。

【0069】このレットオフレバー23による第2アーム22の拘束解除によって、押鍵時にグランドピアノと同様な静的及び動的レットオフ感が得られるが、その説明のために、まずピアノのアクション機構における各機能の定義について説明しておく。

【0070】レットオフ機能とは、鍵運動により、打鍵した力で駆動したハンマが弦に当接した後、そのリバウンドで戻る余地を与えるためのもので、鍵により運動されたハンマの運動部分を解放する機能である。バックチェック機能とは、レットオフされたハンマをホールドする機能である。レペティション機能とは、離鍵時のバックチェック解放後に、ハンマを押鍵可能状態に戻す機能である。ピアノのワイペンアッセンブリの中では、上記レットオフ機能及びレペティション機能を行っており、バックチェック機能は鍵で行なっていると言える。これに対して、本件実施例では質量体アッセンブリ20で、上記全機能を行なうものとなっている。

【0071】静的レットオフ感とは、鍵を音が出るか出

ない程度に極めてゆっくり押した時、ジャックとハンマとで発生する摩擦力が徐々に大きくなって、鍵により運動されたハンマの運動部分を解放するとき上記摩擦力が減少して発生する脱進感のことである。動的レットオフ感とは、鍵をピアノシモ(pp)以上の強さで打鍵したとき、打鍵終了直前で鍵とハンマの運動が解消されると、それにより打鍵途中で慣性モーメントが減少し、抜ける感じ(脱進感)が生まれること。すなわち、打鍵途中に慣性モーメントが減少することにより、指への反力が減少する打鍵感のことである。

【0072】ここで、グランドピアノにおける鍵盤装置の機能的な特徴を挙げると、次のようなものである。

①静的タッチ感が押鍵ストロークに対してあまり変化しない。

②弱タッチ時の脱進感(静的レットオフ感)がある。

③動的タッチ感(質量感)があつて、強打時の質量解放感(動的レットオフ感)がある。

④白黒鍵同一タッチ感である。

【0073】前述したこの発明の第1実施例によれば、上記特徴を備えたグランドピアノの鍵盤装置に極めて似たタッチ感が得られるのである。そこで、グランドピアノのタッチ感がよいと云われているが、どのような要素があつてどこがどうよいかを解明し、この発明ではどの要素をどうしたのかを説明する。

【0074】まず、ニュートンの運動の第2方程式をすべての要素を考慮して表すと数1のようになる。すなわち、図17に示すような系において、質量mの物体をFという力で押した場合、数1の右辺の反発力が発生する。

【0075】

【数1】

$$F = m \underbrace{\frac{d^2x}{dt^2}}_{<1>} + \underbrace{\mu N}_{<2>} + \underbrace{ks \cdot x}_{<3>}$$

【0076】ここで、m；物体の質量(鍵盤装置の場合は鍵及びアクション部材全体の質量と考えてよい)、x；移動距離(鍵ストローク)、ks；ばね定数、μ；摩擦係数、N；抗力、 $d^2x/dt^2$ ；加速度、であるこの式は、 $F = m\alpha$  として広く知られているが、からみ構造があると数1のようになる。グランドピアノでは、鍵及びアクション部材の重さが数1の<1>項に対応し、従来の電子鍵盤楽器でもみかけ上同様であるが、両者はアクション機構が異なるため、押鍵途中においてm、αがその形態を変える。

【0077】グランドピアノでは、バネが作用するところとしてレペティションバネがあり、電子鍵盤楽器では鍵復帰バネが数1の<3>項に対応する。また、グランドピアノには主にレペティションレバーとハンマ(ローラスキン)とのこすれ構造等、こすれるところが多数あ



り、その摩擦力が〈2〉項に対応するが、従来の電子鍵盤楽器では、タッチ感触に影響する程のこすれ部は存在していなかった。

【0078】極論を云えば、グランドピアノの鍵盤そのものを用いて電子音源回路を搭載すれば最高の電子鍵盤楽器が得られるが、それはコスト的に実現できないことである。そこで、この発明がなされたのである。

【0079】一般に、運動をする（している／やめる）物体について、その物体が外界に対して与える力（数1の右辺）と物体へ作用する力（左辺）とは数1の関係が成り立つことを述べたが、この実施例のタッチ感触は、特に〈1〉項と〈2〉項がたくみにからみ合せて、静的レットオフ感と動的レットオフ感とが良好に付与される（図18参照）。

【0080】これを詳細に検証する。まず、静的レットオフ感について検証する。グランドピアノでは、押鍵初期には大きな摩擦力は発生せず、押鍵ストローク前半は数1の式で〈1〉項は加速度が重力加速度であるので、鍵操作部が指に与える力はほぼ50～60gに設定される。 $\mu$ 、Nも共にほぼゼロなので〈2〉項もほぼゼロであり、バネ力も作用しないので〈3〉項もゼロであるので、 $F = M\alpha = 50 \sim 60g$ を受けながら動く。

【0081】押鍵ストロークの後半において、レベティションバネに抗してレギュレーティングボタンがジャックを押していくので〈3〉項の力が発生する。これに続いてジャックの上にハンマが載ったところ（ジャックとハンマローラの当接）から、摩擦力が増大するので〈2〉項の力が発生する。この摩擦がオフになるときに静的レットオフ感が発生する。

【0082】この発明の場合、押鍵ストローク前半は〈1〉項の $F = m\alpha$ に左右されて動く。弾性片持ち片30aが上限ストッパ33に当たる押鍵ストローク後半から（図16の（ハ）から）、 $F = m\alpha + (k_s + k_{sh}) \cdot x$ に左右されて動き、反力が増大する。ここで $k_{sh}$ は弾性片持ち片30aのバネ定数である。

【0083】そして、レットオフレバー23が上限ストッパ33に当接する。ピアノシモ以下の場合、質量体アッセンブリ20特に第2アーム22が左旋方向の慣性モーメントを有していないので、その第2アーム当接部23aと第2アーム22の第1当接面22cとの当接部をスライドさせ始める。この時摩擦力が発生する。すなわち、 $F = m\alpha + \mu N + k_{so} \cdot x$ に左右されて動く。ここで、 $k_{so} = k_s + k_{sh}$ である。そして、レットオフレバー23と第2アーム22との係合が外れると、数1の式の〈2〉項がほぼゼロになるため、脱進感（静的レットオン感）を得る。

【0084】次に、動的レットオフ感について検証する。グランドピアノでは、タッチがピアノシモ以上の場合ハンマが押鍵にアクティブに連動する。一般に物体が動く時と止まる時に慣性力が働くことが知られている。

この慣性力を慣性モーメントIという形で表すと、 $I = m r^2$ となる。ここで、rは例えば回動支点sと押鍵位置との距離であり、慣性モーメントは回転するものを前提として系ができています。

【0085】そして、外力のモーメントをN、角速度を $\omega$ とすると、 $N = I (d\omega / dt)$ で表わせる。この式は、明らかに前記数1の式の〈1〉項と同じ概念で捉えることができる。上記式における慣性モーメントIを質量mに、角加速度 $d\omega / dt$ を加速度 $\alpha$ に、外力のモーメントNを力Fに置き換えると、数1の式の〈1〉項と同じように扱える。

【0086】そこで、グランドピアノの場合、押鍵初期には数1の右辺の全項の系が働くが、特に目立つのは〈1〉項である。すなわち、ハンマが動き出すのに必要な慣性力を得るために数1の〈1〉項により大きな反力を指に受ける。

【0087】そして、押鍵終了の直前で、鍵とハンマの連動が解消される。すなわち、鍵からの力を受けずにハンマが弦に近づいていくので、ハンマが有する慣性モーメントが減少し、動的脱進感が得られる。これらの動作は、数1の全項が同時に起っているのであるが、特に押鍵初期を除いた後半において、ハンマが有する全項がなくなったと同様の作用を指に受ける。

【0088】これに対し、前述したこの発明の実施例においても、押鍵初期には数1の右辺の全項が働く。但し、レットオフレバー23（ジャックに相当する）と第2アーム22（ハンマに相当する質量体）との嵌合部に、図16の（イ）に示したように遊び（隙間）があるため、次のような目的を果たす。上記嵌合部の遊び（0.3mm～1.0mm）の目的は、鍵復帰時（再発音を可能にする時）のレットオフレバー23と第2アーム22との嵌合をスムーズにさせることである。

【0089】タッチがピアノシモ以上の場合慣性力が働くので、図16の（イ）の状態から（ロ）の状態を経て（ハ）、（ニ）、（ホ）と状態を変える。したがって、押鍵初期の最初期には上記遊びのために、第2アーム22は慣性力で動こうとしない。第2アーム22は（ロ）の状態の後、上限ストッパ33に向かって動き始める。この時は、数1の式における〈1〉項を目立たせながら全項作用している。

【0090】弱い方のタッチでは加速度が小さいだけであって、図16の（ロ）から（ニ）の状態では弱、強タッチにおいて〈1〉項による力に変化はない。（ハ）で弾性片持ち片30aが上限ストッパ33に当接した時点から、静的レットオフの場合と同様に $k_{so} \cdot x$ が増す。（ニ）で $\mu N$ が増して（主にNが増す）摩擦面がずれていく。レットオフレバー23と第2アーム22との嵌合がはずれると、 $k_{so} \cdot x$ は減少し、回転モーメントも減少して（ホ）の状態に至る。

【0091】強いタッチの場合、慣性モーメントがなぜ

減少するかというと、慣性モーメントの要素である質量  $m$  の大部分を占める第 2 アーム 22 が鍵から解放されてフリーな動きをすることによる。つまり、 $m_1 - m_2$  ( $m_1$  は鍵及びアクション部材全体の質量、 $m_2$  は第 2 アームの質量) に仮想的に質量が小さくなるため、結果として慣性モーメントが減少する。

【0092】図 18 に、この発明による鍵盤装置の鍵ストローク (mm) と荷重 (反力: kg) の関係の実測結果を線図で示す。実線は押鍵強さが中強 (mf) の場合、一点鎖線は中弱 (mp) の場合、二点鎖線は弱 (p) の場合で、いずれも指を鍵に添えて打鍵した場合である。P1、P2、P3 の各ポイントは、レットオフレバー 23 が上限ストッパ 33 に当接する点である。

【0093】この線図において、極大値からのディップ量 (D1、D2、D3) が動的レットオフ感の大きさを表わしており、打鍵強度が大きい程そのレベルが大となり、図示の場合は、 $D1 < D2 < D3$  となる。これは、 $F = m\alpha$  の式において、加速度  $\alpha$  は打鍵強度が大きい程大きいので、質量  $m$  との積である  $m\alpha$  も大きくなるので、質量体が鍵から解放されたときの質量の減少による  $m\alpha$  の減少量 (図 18 における D1、D2、D3) も大きくなるのである。

【0094】この図 18 に示す特性は、グランドピアノの特性に極めて近似しており、この実施例によってグランドピアノに近似した動的レットオフ感が得られることが実証された。このように、この発明の第 1 実施例によれば、グランドピアノと同様な高級タッチ感が得られる鍵盤装置を比較的安価に提供することができる。

【0095】特にこの実施例では、質量体本体である第 2 アーム 22 と、ウィベン機能部材 (第 1 アーム 21 及びレットオフレバー 23) とを集成して、アクション部材である質量体アッセンブリ 20 を構成し、押鍵途中のストローク位置で質量体本体を解放するようにした点に特徴を有する。この実施例は、電子ピアノの鍵盤装置として好適であるが、その他の鍵盤楽器にも利用でき、また、ピアノや電子ピアノ等の鍵盤楽器の練習装置としても使用できる。

【0096】〔第 2 実施例〕次に、この発明の第 2 実施例を図 19 及び図 20 によって説明する。この第 2 実施例は、この発明を鍵盤を電磁アクチュエータで駆動して自動演奏する自動演奏用鍵盤装置に適用した実施例であり、図 19 は前述した第 1 実施例の図 1 と同様な非押鍵状態における白鍵の長手方向に沿う断面図である。この第 2 実施例の機構及び作用は殆ど第 1 実施例と共通しているので、図 1 と共通する部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

【0097】この実施例において第 1 実施例と異なるのは、鍵盤を構成する各白鍵 5W 及び図示していない黒鍵 5B (図 1 参照) に、それぞれその後端面 5g からさらに後方へ延びる後方延設部 5h を設けると共に、その後

端部付近の両側壁を、棚板 3 上に各鍵ごとに立設した電磁アクチュエータ 40 のアクチュエータ部 40a に、ピン 41 によって枢着した点である。この枢着部の D-D 線に沿う断面図を図 20 に示す。

【0098】すなわち、この実施例における鍵はシーソー型鍵であり、後方延設部 5h 側を電磁アクチュエータ 40 のアクチュエータ部 40a で押し上げることによって、前端部側を演奏者が押鍵操作した場合と同様に鍵側支点部 6 を中心に回動させて、自動演奏することができる。

【0099】その電磁アクチュエータ 40 は、予め記憶されているか外部から入力される演奏情報に基づいて、図示しない制御回路及び駆動回路によって通電制御され、通電時にアクチュエータ部 40a を突出させるが、非通電時にはアクチュエータ部 40a をフリーにしている。そのアクチュエータ部 40a は軽量であり、演奏者の押鍵による演奏時には、前述したタッチ感に殆ど影響しない。前記第 1 実施例 (図 1 等) とこの第 2 実施例 (図 19) とでわかるように、この発明で使用される鍵は、支点構造を図示のような構造に工夫することによりほとんど構造を変えずに鍵を短かくも長くもすることができる。すなわち、鍵構造を変更しても、鍵金型の大部分を共通使用することができる。

【0100】〔第 3 実施例〕次に、この発明の第 3 実施例を図 21 によって説明する。この第 3 実施例は、第 1 実施例におけるアクション機構を簡略化したものであり、図 21 はその鍵盤装置の図 1 と同様な非押鍵状態における黒鍵の長手方向に沿う断面図である。この図 21 において図 1 とほぼ同等な部分には同一符号を付してあり、それらの説明は省略する。

【0101】50 は支持部材である鍵盤フレームであり、鉄板等の金属板の板金加工によって形成され、楽器筐体の棚板 3 にねじ止め固定 (ねじは図示を省略) される。この鍵盤フレーム 50 の上部水平面 50a の後端部に、樹脂のアウトサート成形によって支持部材側支点部 54 が、各鍵の支持位置に立設されており、そこに各鍵 5 (白鍵 5W 及び黒鍵 5B を総称する) の後端部に設けた鍵側支点部 56 を嵌入させる。そして、両者間に支点圧接バネ 57 を係着して、鍵側支点部 56 を支持部材側支点部 54 に常時圧接させる。

【0102】それによって、各鍵 5 を鍵盤フレーム 50 に対して上下方向 (押鍵方向) 及び左右方向 (鍵幅方向) に揺動可能に、且つ鍵長手方向の軸線に対するローリングを阻止するように支持する。この両支点部の構造は、例えば前述した第 1 実施例の支持部材側支点部 4 と鍵側支点部 6 における凹凸関係を逆にした構造にすることができるが、その詳細な説明は省略する。

【0103】この鍵盤フレーム 50 の上部水平面 50a の前部には、鍵スイッチ用の透孔 50b が形成されており、その下側にスイッチ基板 12 を手前側下がり傾斜

させて、基板保持部材 58、59 を介して取り付け。そのスイッチ基板 12 の上面には、各鍵に対して 2 個ずつの腕状弾性部材を用いた鍵スイッチ 51、52 が鍵長手方向に並んで配設されており、鍵 5 に設けた 2 連の鍵スイッチ駆動用アクチュエータ 5d' によって、押鍵時に鍵スイッチ 51、52 の順に押されて接点を ON する。

【0104】これは、押鍵を検知すると同時に、2 個の鍵スイッチ 51、52 が ON になるタイミングの時間差によって、その押鍵強さあるいは押鍵速度を検知できるようにしたものであり、鍵スイッチ 51、52 が 2 メイクのタッチレスポンス・スイッチを構成している。

【0105】さらに、この鍵盤フレーム 50 の透孔 50b から切り起こした切り起こし片 50d を手前側に折り曲げて水平より若干手前上がりに傾斜させ、その先端部に樹脂によるアウトサート成形による黒鍵ガイド 14' を設け、それを各黒鍵 5B の両側壁間に嵌入させ、その両側壁に点接触させて黒鍵 5B の配列方向の位置を規制する。また、この鍵盤フレーム 50 の下部水平面の前端から立上った立上り片 50f に、樹脂によるアウトサート成形により白鍵ガイド 15' を設け、それを各白鍵 5W の両側壁間に嵌入させ、その両側壁に点接触させて、白鍵 5W の配列方向の位置を規制する。

【0106】この第 3 実施例では、アクション部材として質量体アーム 55 を各鍵に対して設けている。この質量体アーム 55 は、上下方向に屈曲して鍵長手方向に延びるアーム本体 55a と、その後端部に固着されてさらに後方へ延びる重り部材 55b とからなる。

【0107】アーム本体 55a は樹脂による成形品であり、第 1 実施例の第 1 アーム 21 と同様に、外周に沿った縁部 55h 及び長手方向に間隔を置いて設けた補強用のリブ状部 55i は肉圧であるが、それらによって仕切られた平面部 55j は肉薄に形成されており、十分な強度を確保しながら成形時のひけを防止すると共に、なるべく軽量にして質量体アーム全体の重心ができるだけ後端部寄りになるようにしている。

【0108】このアーム本体 55a は、前部の上方に屈曲した部分の下縁に円柱状の揺動支点部 55c を形成しており、その揺動支点部 55c が、鍵盤フレーム 50 の切り起こし片 50e を逆 L 字状に折り曲げて形成した支持部 50g に貼着された支持パット 61 上に載置される。この揺動支点部 55c と間隔を置いて対向するように、外周を円弧状に形成した補助支点部 55e を設け、支持部 50g の下面に貼着された補助パット 62 に近接させている。支持パット 61 及び補助パット 62 は布又はフェルトである。

【0109】そして、このアーム本体 55a の前端部には被駆動部 55d が形成され、そこに黒鍵 5B の第 1 実施例と同様な延設部 5b 又は白鍵 5W の自由端部付近に設けられた駆動部(アクチュエータ) 5c 又は 5e を係合

させて、両者間に圧接バネ 60 を係着して、駆動部 5c 又は 5e と被駆動部 55d とを常に圧接させている。

【0110】重り部材 55b は、鉄等の質量の大きい金属材料で、アーム本体 55a の後端部に嵌着、ねじ止め、接着等によって固着され、その後端部が上方へクランク状に曲がり、そこにキャップ 63 を固着している。そのキャップには、下面に下向き円錐状のゴム片等による弾性突起 63a を、上面にも上向き円錐状のゴム片等による弾性突起 63b をそれぞれ設けている。

【0111】この各弾性突起 63a、63b に対向して、鍵盤フレーム 50 の下部上面に下限ストッパ 64 を、上部下面に上限ストッパ 65 をそれぞれ設けている。この下限ストッパ 64 及び上限ストッパ 65 は、フェルト又はゴムからなり、弾性突起 63a、63b を当接させて、質量体アーム 55 の揺動時のバウンドを防止すると共に、その揺動範囲を規制する。

【0112】この実施例でも黒鍵 5B の自由端部は隣接する白鍵 5W の操作部 5S の下側を通して白鍵の自由端方向に延設し、その延設した自由端部に黒鍵の駆動部 5c を形成しているもので、第 1 実施例(図 1 等)と同様、被駆動部材(質量体アーム 55 もしくは鍵スイッチ 51、52)の駆動部に対するストローク精度が向上する。

【0113】また、黒鍵 5B 又は白鍵 5W の操作部を押下すると、その駆動部 5c 又は 5e によって質量体アーム 55 の被駆動部 55d が押し下げられ、被駆動部材である質量体アーム 55 が、その揺動支点部 55c を中心に矢示 E で示す方向に回動する。それによって重り部材 55b が上昇し、質量体アーム 55 の重心が移動するが、その重心の移動量は押鍵ストロークに対して、揺動支点から駆動部と被駆動部の係合点までの距離と揺動支点から重心までの距離との比に応じて拡大される。これがグランドピアノにおけるハンマと同様に機能し、その慣性モーメントによって演奏者の指に押鍵強さに応じたタッチ感を与える。

【0114】そして、弾性突起 63b が上限ストッパ 65 に当接すると、質量体アーム 55 の揺動が衝撃を吸収しながら停止されてバウンドが防止される。その後離鍵されると、質量体アーム 55 が自重によって矢示 E と逆方向に回動復帰し、それに連動して鍵 5 も上昇復帰される。したがって、この鍵盤装置には鍵復帰用のスプリングを設けていない。

【0115】この実施例によっても、従来のこの種の鍵盤装置(例えば、実公平 5-954 号公報に見られるようなもの)に比べて、アクション部材のストローク精度及びタッチ感触精度が向上すると共に、ローコスト化を計ることができるのは、前述した第 1 実施例の場合と同様であるが、これらの点について図 22 を用いて補足説明する。

【0116】この図 22 における BK、WK、Gb と Gw は、それぞれ図 21 における黒鍵 5B、白鍵 5W、黒

鍵用と白鍵用の質量体アーム 55 に対応し、図 22 における支点 O、揺動支点 Q、位置 P は、それぞれ図 21 における支持部材側支点部 54 と鍵側支点部 56 による揺動支点、質量体アーム 55 の揺動支点部 55c と支持パット 61 との接触部による揺動支点、鍵の駆動部 5c または 5e による質量体アーム 55 の駆動位置（被駆動部 55d との係合位置）にそれぞれ該当する。

【0117】まずストローク精度の観点から説明すると、白鍵 WK と黒鍵 BK の支点 O からアクション部材 Gw、Gb の駆動位置 P（この駆動位置 P の下方に設けられるアクチュエータ AT により鍵スイッチを押下する場合も同様）までの距離を L としたとき、これが白黒鍵で同じであるとし、支点 O から白鍵の押鍵位置 Pw までの距離を W1、支点 O から黒鍵の押鍵位置 Pb までの距離を B1 とすると、白鍵のストローク精度は、 $L/W1 \approx 1$  である（ $W1 \approx L$  であるから）。一方、黒鍵のストローク精度は、 $L/B1 \approx 1.2$  となる。この数値が大きいが精度がよいことになるが、従来の鍵盤装置では、一般に  $L < B1 < W1$  の関係になっていたため、この値が「1」未満であり、特に白鍵の場合のストローク精度が悪かった。

【0118】この数値はあくまで一例であるが、この実施例によれば白鍵も黒鍵もアクション部材の駆動位置が白鍵の操作位置付近になっているので、その駆動位置の誤差が操作位置で拡大されることはなく（上記精度が 1 以上）、黒鍵の場合はむしろ縮小されることになる。したがって、ストローク精度が向上する。

【0119】タッチ感触（指に受ける反力）については、白鍵 WK と黒鍵 BK のタッチ感触を同じにするには、 $W1/B1 = a'/a$  の関係にすればよい。ここで、a、a' はそれぞれ白鍵用と黒鍵用のアクション部材 Gw、Gb の P-Q 間の水平方向の距離である。そして、アクション部材 Gw、Gb の揺動支点 Q から後方部分（B 部）の水平方向の長さを b、b' とすると、 $b/a \gg 1$ （ $b/a = 3 \sim 4$ ）であるから、 $b' = b$  すなわち B 部は白黒鍵用同一にして、短い A 部を少し変えるだけで白黒鍵同一タッチ感を実現することができる。

【0120】例えば、説明を簡単にするため  $a = 50\text{mm}$ 、 $b = 200\text{mm}$ 、 $a'/a = 1.2$  としたとき、 $b = b'$  とし  $a' = 1.2a = 60\text{mm}$  となり、黒鍵用のアクション部材の B 部を白鍵用のアクション部材の B 部より 10mm 長くするだけでよくなる。

【0121】これを鍵長手方向に割り振ることができるので、白鍵用と黒鍵用のアクション部材、すなわち図 21 における質量体アーム 55 を殆ど同じ位置に配置することができる。それによって、アクション部材に対する各ストッパや支持部材側支点部を全鍵共通に使用できる。

【0122】そして、図 21 に示した実施例では、質量

体アーム 55 の一点鎖線 Y-Y から右側の長い部分を白鍵用と黒鍵用で同一に形成し、左側の短い部分だけを白鍵用の方を黒鍵用のものより少し短く形成している。この場合でも、支持部 50g 及びその上下面の支持パット 61 と補助パット 62、下限ストッパ 64 と上限ストッパ 65 は、全鍵共通にして鍵配列方向に細長く配設している。

【0123】また、この質量体アーム 55 のような樹脂部品を成形するには、アンダーカット回避構造であっても原理的には 2 金型でよいはずであるが、実際には 4 ～ 8 個に分割した分割金型を使用する。その理由は、加工のしやすさのためと、失敗があっても部分的にそのブロックを取り替えるだけで済むからである。そこで、この実施例の質量体アーム 55 のアーム本体 55a を成形するには、白鍵用と黒鍵用とで一点鎖線 Y-Y から左側の部分だけ変えればよいので、分割金型の大部分を共通に使用できることになる。

【0124】例えば、右側部分用の共通の分割金型に白鍵用の左側部分成形用の分割金型を組み合わせて、白鍵用のアーム本体 55a を所要個数製造し、その後左側部分成形用の分割金型のみを黒鍵用のものに組み替えて、黒鍵用のアーム本体 55a を所要個数製造することができる。したがって、使用する金型の種類が大幅に少なくなり、ローコスト化を計ることができる。

【0125】〔その他の適用例〕上述したこの発明の各実施例は鍵スイッチを備えており、その鍵スイッチの ON 信号によって電子音源回路を用いて楽音を発生する電子ピアノや電子オルガン等の電子鍵盤楽器の鍵盤装置の例であるが、この発明による鍵盤装置はこれに限るものではない。例えば、鍵操作によって直接またはアクション機構を介して弦や振動板等の発音体を振動させたり、弁を開閉して吹奏音を発生したりする鍵盤楽器、あるいはその発音を電氣的に増幅して放音する鍵盤電気楽器、さらにはアクション機構を有するピアノや電子ピアノ等の練習用鍵盤装置などにも適用できる。

【0126】

【発明の効果】以上説明してきたように、この発明によれば、鍵操作による鍵の揺動に連動して揺動するアクション部材を備えた鍵盤装置において、白鍵と黒鍵で同一タッチ感を実現し、さらにはクラッドピアノと同様な高級タッチ感を得ることも可能であり、しかもアクション部材の大部分を白鍵用と黒鍵用で共通にできるので、部品点数及び成形用金型が少なく済み、ローコスト化を計ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の第 1 実施例を示す鍵盤装置の非押鍵状態における黒鍵の長手方向に沿う断面図である。

【図 2】同じくその最大ストローク押鍵状態における白鍵の長手方向に沿う断面図である。

【図 3】同じくその鍵盤装置の鍵を一部取外して示す部

分的な平面図である。

【図 4】図 2 における白鍵 5W と白鍵ガイド 15 との当接状態を示す鍵幅方向の断面図である。

【図 5】図 1 及び図 2 に示す第 1 リーフスプリング 24 の平面図である。

【図 6】同じくレットオフレバー 23 の平面図である。

【図 7】同じく第 2 リーフスプリング 34 の平面図である。

【図 8】図 3 において一点鎖線 L で囲んだ支持部材側支点部 4 付近の拡大平面図である。

【図 9】図 8 の X-X 線に沿う断面図である。

【図 10】図 8 の矢示 M 方向から見た背面図である。

【図 11】同じくその斜め前方から見た斜視図である。

【図 12】鍵を裏返してその鍵側支点部 6 付近を斜め前方から見た要部拡大斜視図である。

【図 13】図 12 に示した鍵を図 11 に示した突状体に支持させた状態の図 15 の C-C 線に沿う断面図である。

【図 14】図 8 及び図 13 における A-A 線に沿う断面図である。

【図 15】図 8 及び図 13 における B-B 線に沿う断面図である。

【図 16】この発明の第 1 実施例による非押鍵状態から最大ストローク押鍵状態までの質量体アッセンブリ 20 の主としてウィベン機能部分の動作を段階適に示す説明図である。

【図 17】この実施例の作用を説明するための物体の運動系を示す原理図である。

【図 18】この発明の鍵盤装置による押鍵ストロークと荷重との関係の実測結果を示す線図である。

【図 19】この発明の第 2 実施例を示す図 1 と同様な非押鍵状態における白鍵の長手方向に沿う断面図である。

【図 20】図 19 の D-D 線に沿う断面図である。

【図 21】この発明の第 3 実施例を示す図 1 と同様な非押鍵状態における黒鍵の長手方向に沿う断面図である。

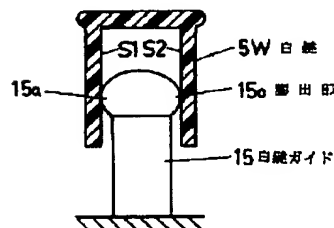
【図 22】図 21 の第 3 実施例により白黒鍵同一タッチ

感を得ること及びアクション部材の共通化について説明するための図である。

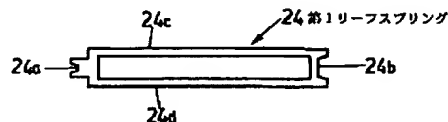
#### 【符号の説明】

1…第 1 フレーム（支持部材）、2…第 2 フレーム、3…棚板（鍵盤装置支持台）4…支持部材側支点部、4a…基部、4b…突状体、4c…円柱面、4f…膨出部（曲面对応部）、5…鍵、5W…白鍵、5B…黒鍵、5b…黒鍵の延設部、5c…黒鍵の駆動部、5d、5d'…鍵スイッチ駆動用アクチュエータ、5e…白鍵の駆動部、5g…後端面、5h…後方延設部、6…鍵側支点部、6a、6b…楔状壁面、6c…楔状壁面形成部、6d…凹曲面、7…板バネ（付勢手段）、10…本体カバー、12…スイッチ基板、13…鍵スイッチ、14、14'…黒鍵ガイド、15、15'…白鍵ガイド、15a…膨出部、6…支持体、20…質量体アッセンブリ（アクション部材）、21…第 1 アーム（アクション部材本体）、21c…揺動支点部、21d…被駆動部、21e…弾性片、21g…第 2 アーム係止片、22…第 2 アーム（質量体）、22a…重り部材、22b…成形部、22c…第 1 当接面、22d…第 2 当接面、23…レットオフレバー、23a…第 2 アーム当接部、23b…ストッパ当接部、24…第 1 リーフスプリング、25、28…軸、26、27、31…パット、29…緩衝材、30…キャップ、30a…弾性片持ち片、32…下限ストッパ、33…上限ストッパ、34…第 2 リーフスプリング、40…電磁アクチュエータ、40a…アクチュエータ部、41…ピン、50…鍵盤フレーム（支持部材）、51、52…鍵スイッチ、54…支持部材側支点部、55…質量体アーム（アクション部材）、55a…アーム本体、55b…重り部材、55c…揺動支点部、55d…被駆動部、55e…補助支点部、56…鍵側支点部、57…支点圧接バネ、60…圧接バネ、61…支持パット、62…補助パット、63…キャップ、63a、63b…円錐状の弾性突起、64…下限ストッパ、65…上限ストッパ

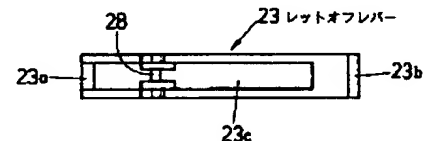
【図 4】



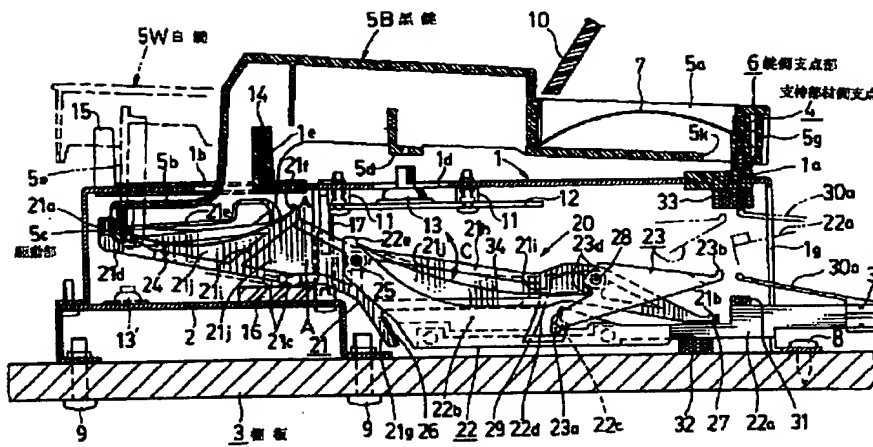
【図 5】



【図 6】

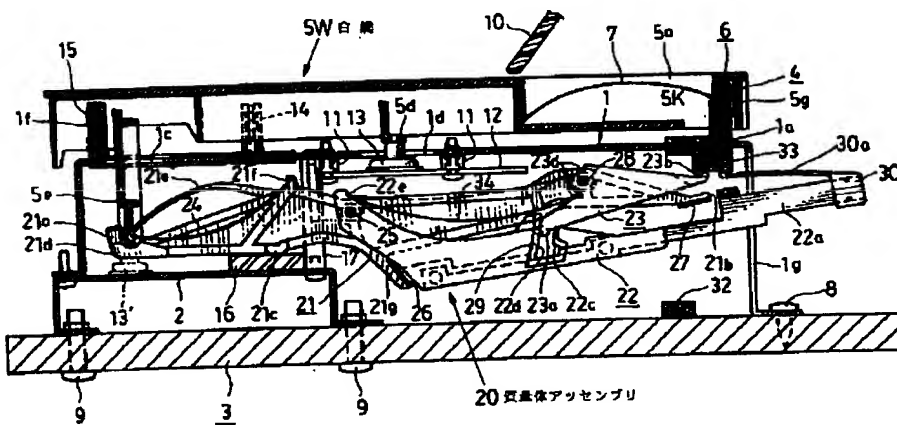


【図1】

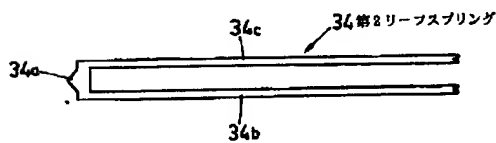


1: 第1フレーム 2: 第2フレーム 16: 支持体 20: 質量体アセンブリ 21: 第1アーム 21d: 減速部  
22: 第2アーム 22a: 黒い部材 28: レットオフプレー 33: 上層ストッパ 21c: 揺動支点部

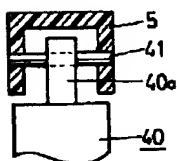
【図2】



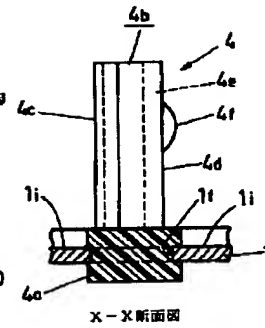
【図7】



【図20】



【図9】



【図10】

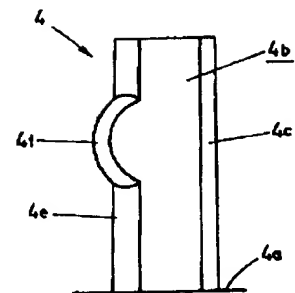
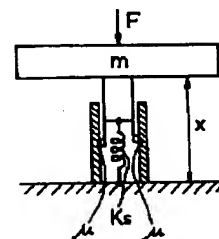


図8の矢示M方向から見た背面図

【図17】



【図8】

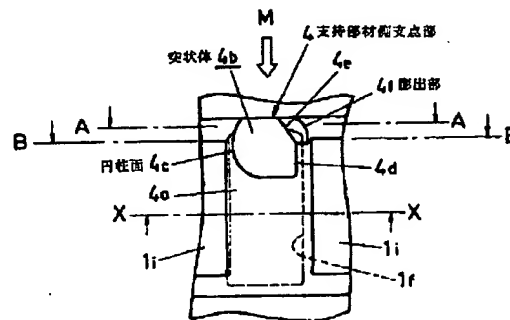
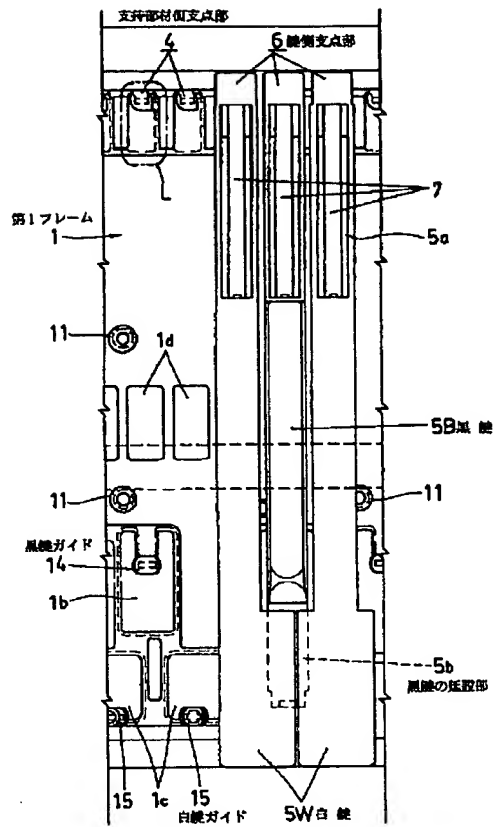
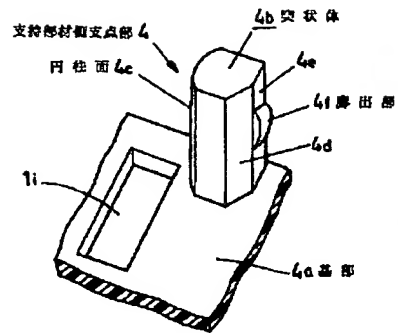


図3の一点鎖線L内拡大平面図

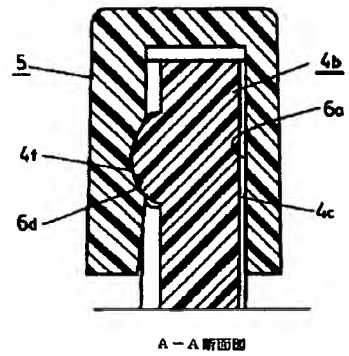
【図 3】



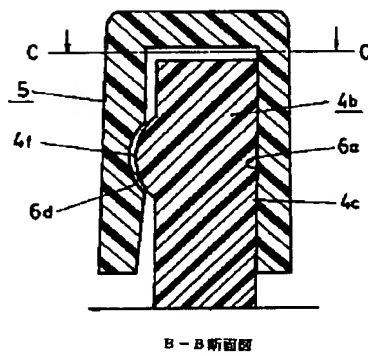
【図 11】



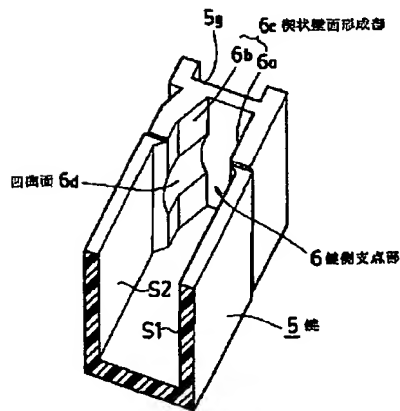
【図 14】



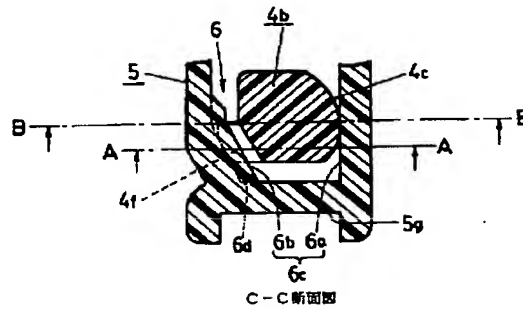
【図 15】



【図 12】

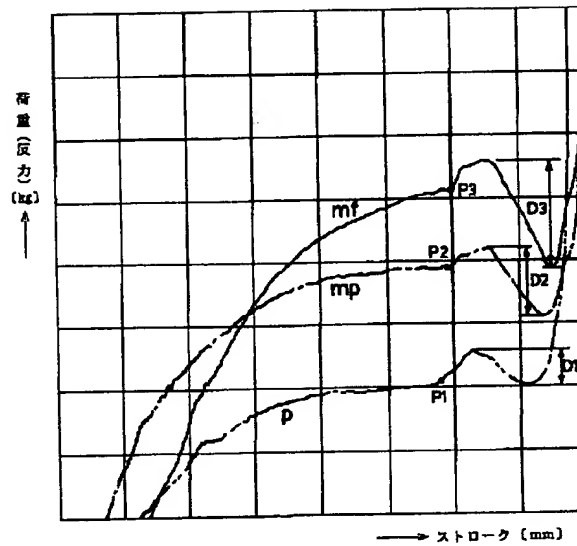


【図 13】

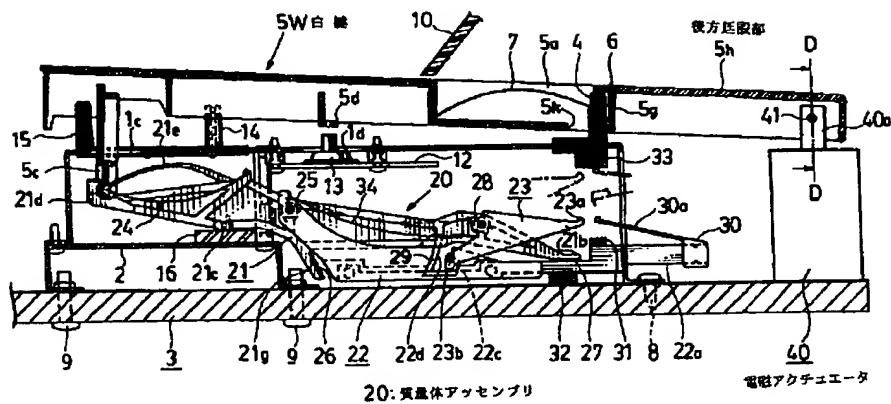




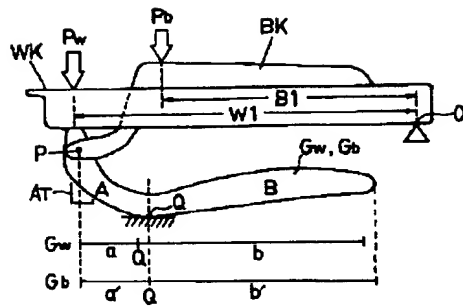
【圖 18】



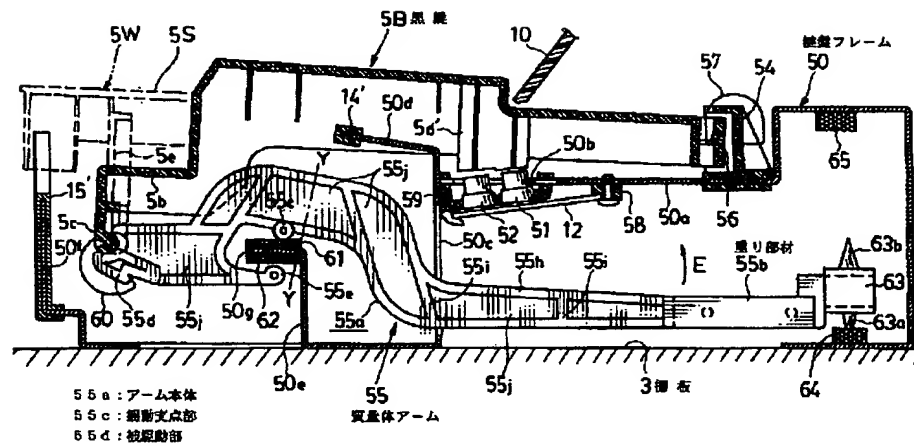
【图 19】



【図 2 2】



【図 2 1】



THIS PAGE BLANK (USPTO)